

FACTEURS DE VARIATION DE L'HÉMATOCRITE DES BOVINS

III. — ANALYSE DE LA VARIABILITÉ GÉNÉTIQUE ET PHÉNOTYPIQUE EN CROISEMENT INDUSTRIEL

D. BONHOMME et J. L. FOULLEY*

avec la collaboration technique de GUILLEMOT et CHAMBEYRON*

*École nationale d'Ingénieurs des Travaux agricoles de Bordeaux,
33180 Gradignan*

** Station de Génétique quantitative et appliquée,
Centre national de Recherches zootechniques, I. N. R. A.,
78350 Jouy en Josas*

RÉSUMÉ

A partir des résultats du contrôle de descendance en ferme de deux séries de testage de taureaux *Blonds d'Aquitaine* et *Limousins* comportant respectivement 12 et 20 descendance paternelles de 616 et 975 veaux purs et croisés, allaités par leurs mères, ont été étudiées l'influence des facteurs génétiques sur la pigmentation musculaire du veau (appréciée par le taux d'hématocrite à la naissance et à trois mois) et les liaisons existant entre ces deux variables et diverses caractéristiques de croissance et de valeur bouchère.

Des corrélations résiduelles (intra-sexes, pères et races de mères) faibles, mais significatives, ont été trouvées entre les deux mesures d'hématocrites, entre hématocrites et différents critères d'appréciation de la valeur bouchère (note de coloration subjective sur l'animal vivant, note de pointage de conformation et prix unitaire de vente en vif).

L'incidence défavorable de l'anémie sur la vitesse et le potentiel de croissance a été perçue au travers des valeurs des corrélations résiduelles, mais n'a pu être mise en évidence au niveau des effets paternels.

L'hématocrite des veaux, que ce soit à la naissance ou à trois mois, apparaît comme un caractère assez peu héritable. Les estimées du coefficient d'héritabilité obtenues à partir des corrélations entre demi-frères ou sœurs paternels intra-sexes et races de mères sont, chez les descendants *Blonds d'Aquitaine* et *Limousins* respectivement de $-0,09$ et $0,12$ pour la mesure à la naissance ; $0,24$ et $0,09$ au deuxième prélèvement à trois mois.

En outre, la comparaison des valeurs des coefficients de corrélation entre demi-frères ou sœurs paternels ($r = -0,02$) et entre demi-frères ou sœurs maternels ($r = +0,22$) pour l'hématocrite à la naissance des croisés *Blonds d'Aquitaine*, montre que la pigmentation musculaire est soumise à des effets maternels et de milieu commun importants.

L'opportunité d'une sélection sur la couleur de la viande est également discutée, compte tenu notamment, de la régression de la production traditionnelle du veau de boucherie au profit du jeune bovin et de la tendance à l'alourdissement des carcasses de veaux commercialisés.

INTRODUCTION

L'intensité de la pigmentation musculaire est un facteur important dans la détermination du prix du veau de boucherie (VISSAC *et al.*, 1959). La variation de la pigmentation est imputable surtout à la variation de la teneur du muscle en myoglobine liée à la dynamique du fer dans les compartiments sanguin, musculaire, hépatique, etc. au cours de la croissance. Des estimations indirectes de cette pigmentation *in vivo* ont été proposées et utilisées par divers auteurs. Un critère objectif simple est fourni par la mesure de l'hématocrite (fraction du volume sanguin occupé par les hématies) qui est en bonne corrélation avec la teneur en fer héminique musculaire responsable de la pigmentation (CHARPENTIER, 1966).

La teneur en myoglobine dépend de facteurs exogènes, relatifs principalement à la teneur en fer du régime lacté des veaux et de facteurs endogènes intervenant au niveau des réserves en fer (réserve hépatique, taux initial d'hémoglobine, état sanitaire...) constituées par le veau (CHARPENTIER, 1966) et de leur mobilisation.

L'importance relative des facteurs nutritionnels et génétiques agissant par l'intermédiaire de la mère au cours de la gestation dans la variabilité de l'hématocrite des veaux à 8 jours a été étudiée et discutée notamment par CHARPENTIER et BONHOMME (1968 *a* et *b*). Ceux-ci concluaient plutôt en faveur des facteurs d'ordre génétique en opposant à la faible éventualité des carences en fer chez les bovins, la très grande variabilité intra-fermes de l'hématocrite des mères. En fait, les facteurs génétiques peuvent intervenir, soit par un effet direct du père sur les variations de la pigmentation musculaire et des caractéristiques sanguines associées de leurs veaux, soit par une action de la mère qui peut se manifester de la même façon (effet génétique direct), mais aussi par des influences sur le veau durant les phases utérine et postpartum et qui sont partiellement dues à son propre génotype.

Or, l'analyse du déterminisme génétique de la pigmentation musculaire vu sous cet aspect, ne semble pas, du moins à notre connaissance, avoir été envisagée jusqu'alors. La réponse à cette question apparaît fondamentale pour décider d'une stratégie d'amélioration de la coloration de la viande des veaux de boucherie d'une part, d'autre part pour bien maîtriser les conséquences de ces actions, notamment en matière de sélection, dans le cadre plus général de la production de viande bovine, eu égard au degré de compatibilité biologique qui peut exister entre les objectifs propres aux différents types de production. On recherche une coloration claire des muscles pour le veau de boucherie, une viande très colorée au contraire pour le jeune bovin. Certaines études ont, à cet égard, relevé l'incidence défavorable d'une anémie initiale sur le potentiel de croissance (CHARPENTIER et BONHOMME, 1968 *a*), et aussi sur le pouvoir d'ingestion, l'indice de transformation et l'état sanitaire des animaux (CASTEELS et EBECKOUT, 1972).

Il nous est apparu utile d'étudier l'incidence des facteurs génétiques sur le taux d'hématocrite et les liaisons existant entre cette variable et les autres caractéristiques déterminant la valeur des veaux de boucherie. Nous avons analysé, dans ce but, les descendance croisées de taureaux *Limousins* et *Blonds d'Aquitaine* dans le cadre des opérations de contrôle de descendance en ferme de ces taureaux pour la

production de veaux de boucherie. Les caractéristiques des veaux produits ultérieurement par les femelles accouplées à ces taureaux ont été également contrôlées dans la mesure du possible.

I. — MATÉRIEL, ANIMAL

Les résultats de cette étude proviennent de l'analyse des données de deux séries contemporaines de taureaux, une de race *Blonde d'Aquitaine* et l'autre de race *Limousine*, mis à l'épreuve sur descendance à dater de 1968 dans la région d'Aquitaine et principalement dans les départements de la Dordogne et des Pyrénées atlantiques.

Le sperme de ces taureaux était réparti au hasard dans les fermes sur un cheptel de « femelles-support » de la zone d'action du centre, pendant une période limitée d'un à deux mois, de façon à minimiser au maximum l'effet des facteurs annexes de variation saisonnière. La répartition des effectifs contrôlés suivant les races paternelles, maternelles et le sexe est indiquée au tableau 1.

TABLEAU I

Répartition des effectifs de veaux contrôlés

Race paternelle		<i>Blonde d'Aquitaine</i>	<i>Limousine</i>
Nombre de veaux		616	975
Répartition par race maternelle	<i>Charolaise</i>	—	58
	<i>Limousine</i>	—	165
	<i>Normande</i>	102	399
	<i>Pie noir</i>	156	222
	<i>Blonde d'Aquitaine</i> .	349	—
	Divers	—	129
Répartition par sexe	Mâle	323	503
	Femelle	292	467
Nombre de taureaux, pères des veaux		12	20

Outre les caractères habituellement envisagés lors des opérations de mise à l'épreuve des taureaux sur la valeur bouchère d'un échantillon aléatoire d'une cinquantaine de leurs descendants (POUJARDIEU et VISSAC, 1968), on a également contrôlé l'hématocrite des parents et de leurs descendants nourris au lait maternel. On disposait ainsi des données sur les caractères suivants :

- le poids à la naissance et les conditions de vêlage enregistrés par l'éleveur ;
- la croissance pondérale ultérieure appréciée par des pesées mensuelles à partir desquelles étaient calculés, par intrapolation linéaire, des poids à âge de référence ;
- la valeur bouchère appréciée par un pointage subjectif effectué par un expert lors de la dernière pesée précédant les premiers abattages (2 à 3 mois) et comportant un jugement des différents postes suivants, noté chacun, par ordre de préférence croissante de 0 à 10 :
 - musculature de l'épaule,
 - musculature du dos,
 - musculature de la cuisse,
 - degré de rétraction du ventre,
 - finesse de l'os,
 - couleur des muqueuses,
 - état d'engraissement,
- le prix de vente au kg vif, fourni par l'éleveur.

L'hématocrite était mesuré suivant la technique de la microhématocrite : une goutte de sang est prélevée à l'oreille de l'animal dans un microtube hépariné, passé ensuite à la centrifugeuse à 7 000 tours par minute pendant 8 minutes (5 000 g). Les globules rouges ayant une densité supérieure s'accumulent dans la partie du tube située à la périphérie de la centrifugeuse. Les résultats se lisent directement en plaçant les tubes capillaires sur un abaque.

Les mesures intervenaient à deux périodes du contrôle. Un premier prélèvement avait lieu dans les 8 jours suivant la naissance sur la mère et son veau. Un deuxième prélèvement était effectué sur le veau au dernier passage du contrôleur, au moment du pointage.

De plus le contrôle ultérieur des produits des femelles support du testage n'a été possible, étant donné la dispersion des élevages, que sur 149 couples de demi-frères ou sœurs maternels dans la série « *Blonde d'Aquitaine*. »

II. — MÉTHODES STATISTIQUES

I. — Modèle d'analyse

Étant donnée la structure de l'échantillon analysé qui est celle d'un dispositif où interviennent, à un premier niveau, le facteur « race paternelle » confondu avec celui de la série, et, pour une série donnée, les facteurs « sexe », « race de mère » et « père » selon un dispositif croisé, l'analyse statistique a été effectuée séparément pour chaque race de père, suivant un modèle classique d'analyse de variance, factoriel, déséquilibré, à trois facteurs, s'écrivant :

$$y_{ijkl} = \mu + s_i + r_j + t_k + (s.r.t)_{ijk} + e_{ijkl}$$

où y_{ijkl} est la valeur du caractère sur le veau du $i^{\text{ème}}$ sexe ($i = 1, 2$) issu du $k^{\text{ème}}$ taureau ($k = 1, 2, \dots, q$) accouplé à la $l^{\text{ème}}$ mère ($l = 1, \dots, n_{ijk}$) de la $j^{\text{ème}}$ race maternelle ($j = 1, \dots, p$),

- μ = moyenne générale,
- s_i = effet commun à tous les animaux du $i^{\text{ème}}$ sexe,
- r_j = effet commun à tous les animaux nés de la $j^{\text{ème}}$ race de mère,
- t_k = effet commun à tous les animaux de la $k^{\text{ème}}$ descendance paternelle,
- $(s.r.t)_{ijk}$ = interaction globale entre les trois facteurs précédents,
- e_{ijkl} = effet aléatoire résiduel incluant notamment l'effet de l'élevage et certains effets liés à la mère.

Nous avons procédé en deux étapes, en testant (test F) tout d'abord l'existence des effets principaux pris globalement (« sexe », « race de mère » et « père » réunis) et celle de l'interaction globale, puis celle de chaque effet pris séparément, en se ramenant à un modèle additif si l'interaction n'est pas significative.

Cette même analyse a permis d'obtenir des estimées des coefficients de corrélation résiduelle entre caractères intra-cellules.

2. — Paramètres génétiques

L'estimation des composantes paternelle et résiduelle de la variance a été obtenue en égalant les carrés moyens observés « entre pères » et « intra-pères » à leurs espérances respectives. Celles-ci s'expriment, comme l'indique CUNNINGHAM (1969 a) sous l'hypothèse du calcul des sommes de carrés par la méthode d'ajustement des constantes et de l'imposition des contraintes classiques de nullité de la somme des effets pour un facteur donné, par :

$$E(CM_T) = \frac{1}{q-1} (tr W^{-1} - \frac{1}{q} sm W^{-1}) \sigma_T^2 + \sigma_E^2$$

$$E(CM_E) = \sigma_E^2$$

où σ_T^2 et σ_E^2 sont les composantes paternelle et résiduelle de la variance ;

CM_T et CM_E les carrés moyens correspondants ;

W la sous-matrice symétrique ($q-1, q-1$), de la matrice inverse complète du système des équations réduites des moindres carrés, et qui correspond aux effets du facteur « père » ;
 tr et sm , la trace et la somme des éléments de la matrice W^{-1} .

Nous avons pu ainsi en déduire une estimée du coefficient d'héritabilité par la formule classique :

$$\hat{h}^2 = \frac{4 \hat{\sigma}_T^2}{\hat{\sigma}_T^2 + \hat{\sigma}_E^2} = \frac{4(\text{CM}_T - \text{CM}_E)}{\text{CM}_T + (K - 1)\text{CM}_E}$$

Le coefficient K est le facteur multiplicatif de σ_T^2 dans $E(\text{CM}_T)$.

L'intervalle de confiance de ce coefficient d'héritabilité a été déterminé de façon approchée, ainsi que le suggère CUNNINGHAM (1969 b), en généralisant à un schéma déséquilibré et à plusieurs facteurs, la formule exacte de GRAYBILL (1961) de l'intervalle de confiance du coefficient de corrélation intra-classe relatif à un modèle équilibré à une voie.

Le coefficient de corrélation (r) entre demi-frères ou sœurs maternels a été calculé par le coefficient de corrélation intra-classe (KEMPTHORNE, 1957) entre les performances des deux veaux successifs d'une même mère pour une race maternelle donnée.

Le modèle s'écrit :

$$Z_{jkl} = \mu + r_j + m_{jk} + e_{jkl}$$

où Z_{jkl} est la performance du $l^{\text{ème}}$ veau ($l = 1, 2$) de la $k^{\text{ème}}$ mère ($k = 1, \dots, n_j$) de la $j^{\text{ème}}$ race de mère ($j = 1, 2, 3$); avec :

r_j = un effet commun aux animaux de la $j^{\text{ème}}$ race de mère ;

m_{jk} = un effet aléatoire commun aux animaux de la $k^{\text{ème}}$ mère de la $j^{\text{ème}}$ race de mère, $N(0, \sigma_m^2)$;

e_{jkl} = un effet aléatoire résiduel supposé $N(0, \sigma_e^2)$.

Nous avons alors :

$$\hat{r} = \frac{\hat{\sigma}_m^2}{\hat{\sigma}_m^2 + \hat{\sigma}_e^2}$$

De plus, il est apparu de peu d'intérêt, vu l'imprécision escomptée des liaisons calculées sur des effectifs de taureaux si réduits, d'effectuer une décomposition de la covariance entre caractères en composantes paternelle et résiduelle, en vue du calcul du coefficient de corrélation génétique entre caractères.

III. — RÉSULTATS ET DISCUSSION

I. — Valeurs moyennes et écart-types des mesures d'hématocrite et des critères d'appréciation de la couleur de la viande

Les valeurs moyennes (tabl. 2) des hématocrites sont supérieures chez les croisés *Limousins* à celles des croisés *Blonds d'Aquitaine*, que ce soit à la naissance (37,5 p. 100 contre 36 p. 100) ou au 2^e prélèvement (37,2 p. 100 contre 32 p. 100 chez les croisés *Limousins* et *Blonds d'Aquitaine* respectivement). Ces différences doivent être interprétées avec prudence, notamment quant à l'influence des facteurs génétiques pouvant les déterminer, puisque le schéma expérimental est tel que les facteurs « série » et « race paternelle » sont en partie confondus avec la race maternelle.

La chute de l'hématocrite avec l'âge est plus nette dans la série *Blonde d'Aquitaine* que dans la *Limousine*, mais paraît assez réduite par rapport à ce qui a pu être observé dans d'autres races ; LACLAVERÈ (1972) constate une diminution de 45 p. 100 entre la 1^{re} et la 10^e semaine sur 46 veaux *FFPN* ; HECKOUT *et al.* (1969), REYBAUD notent également des baisses de plus de 30 p. 100 entre le début et la fin de l'engraissement. Cette diminution plus faible de l'hématocrite pourrait s'expliquer par le fait que le second prélèvement a été fait à un âge moins proche de celui de l'abattage que dans les autres essais.

Par contre la variabilité des mesures est très voisine dans les deux séries (les

TABLEAU 2

Valeurs moyennes et écart types des hématocrites et des critères d'appréciation des: couleur de la viande, croissance et conformation des veaux

Race paternelle	Caractère	Ensemble des données				Descendants mâles				Descendants femelles			
		n	\bar{x}	σ	CV	n	\bar{x}	σ	CV	n	\bar{x}	σ	CV
<i>Blonde d'Aquitaine</i>	Hématocrite (p. 100)	460	38,9	5,94	15,2	244	35,6	7,10	19,9	223	36,8	8,39	22,8
	des mères												
	des veaux à la naissance	468	36,1	7,75	21,4								
	des veaux au 2 ^e prélèvement	383	32,0	8,75	27,3	190	29,9	8,29	27,7	192	34,1	8,76	25,7
	Poids à la naissance (kg)	600	43,2	6,50	15,0	315	44,8	6,4	14,3	284	41,4	6,1	14,8
	Poids à la vente (kg)	446	165	23,7	14,4	276	168	22,9	13,6	169	160	24,4	15,2
	Age à la vente (j)	433	102,9	17,3	16,8	272	100,6	16,6	16,5	161	106,9	17,8	16,6
Pointage (pt.)	491	38,1	7,53	19,8	246	37,8	7,64	20,2	244	38,4	7,43	19,4	
Note de coloration (pt.)	491	4,9	2,0	41,7	246	5,3	1,9	36,9	244	4,4	2,0	45,4	
Prix au kilo vif (cent.)	448	5,92	0,95	16,1	277	6,05	1,01	16,7	170	5,71	0,82	14,5	
<i>Limousine</i>	des mères	426	39,2	6,60	16,8								
	des veaux à la naissance	876	37,5	7,43	19,8	446	37,0	7,30	19,7	425	38,1	7,44	19,5
	des veaux au 2 ^e prélèvement	846	37,2	8,01	21,5	432	35,8	7,77	21,7	410	38,8	7,86	20,2
	Poids à la naissance (kg)	924	39,2	6,56	16,7	479	40,5	6,84	16,9	441	37,9	5,79	15,3
	Poids à la vente (kg)	820	155	22,2	14,3	442	158	22,7	14,3	376	152	21,0	13,9
	Age à la vente (j)	816	100,6	19,3	19,2	440	98	16,7	17,0	376	103,5	21,7	21,0
	Note de coloration (pt.)	907	4,5	1,88	41,5	465	4,8	1,92	40,0	437	4,2	1,78	42,2
Pointage (pt.)	906	37,2	6,3	17,0	465	36,6	6,32	17,2	437	37,9	6,31	16,7	
Prix au kilo vif (cent.)	810	6,15	0,70	11,4	438	6,23	0,71	11,5	369	6,08	0,68	11,2	

n : effectif ; \bar{x} : moyenne ; σ : écart-type ; CV : coefficient de variation.

écart-types sont de 7,75 et 7,43 p. 100 à la naissance, de 8,75 et 8,01 p. 100 au 2^e contrôle respectivement chez les croisés *Blonds d'Aquitaine* et *Limousins*) et ne diminue pas avec l'âge contrairement à ce qu'indiquent d'autres résultats (LACLAVÈRE, 1972).

Les différences entre races paternelles relatives aux valeurs moyennes de la note de coloration des muqueuses sont dans le même sens que celles relatives aux hématocrites, mais à des hématocrites décroissants ne correspondent pas des prix unitaires croissants du fait de l'interaction d'autres facteurs (conformation, état d'engraissement, marché, préférence raciale, etc...)

2. — Analyse des effets « sexe » et « race de mère »

La signification des effets principaux, de l'interaction globale et des effets « sexe », « race de mère » pris individuellement est donnée au tableau 3. L'influence de ces facteurs sur les caractères de croissance et de conformation qui ne font pas partie en soi du propos de l'étude, ne sera pas discutée ici ; les résultats étant en général conformes aux conclusions d'études antérieures (VISSAC *et al.*, 1971).

a) Effet du sexe.

Des différences significatives entre sexes se manifestent pour tous les critères analysés dans les descendance des deux races paternelles sauf pour l'hématocrite à la naissance des veaux croisés *Blonds d'Aquitaine*. L'hématocrite des mâles est inférieur à celui des femelles (tabl. 2) que ce soit à la naissance (35,6 et 36,8 p. 100 chez les mâles et femelles croisés *Blonds d'Aquitaine* ; 37,0 et 38,1 p. 100 chez les mâles et femelles croisés *Limousins*) ou au 2^e prélèvement (29,9 et 34,1 p. 100 pour les croisés *Blonds d'Aquitaine* ; 35,8 et 38,8 p. 100 pour les croisés *Limousins*).

L'écart entre mâles et femelles, du même ordre de grandeur dans les deux séries, semble s'accroître avec l'âge. Ces différences en faveur des mâles, observées également dans d'autres études (MONJARET, 1971) se retrouvent corrélativement sur la note de coloration des muqueuses et le prix au kilo vif.

b) Effet de la race de mère.

Des différences significatives entre races de mère se manifestent pour l'hématocrite au deuxième prélèvement dans les deux séries de veaux croisés analysés alors que cet effet n'apparaît pas significatif pour ce caractère mesuré à la naissance. Ce fait est délicat à interpréter, dans la mesure où les différences raciales peuvent correspondre, non seulement à des différences génétiques, mais aussi à des différences dans les conditions générales d'élevage selon les races et les régions. Cette remarque concerne également l'existence d'une variabilité hautement significative observée entre races de mères sur l'hématocrite des femelles accouplées aux taureaux *Limousins*, ainsi que l'avaient d'ailleurs mise en évidence CHARPENTIER et BONHOMME (1968 b).

Des différences significatives existent également chez les deux types de croisés sur le prix au kilo vif et chez les croisés *Blonds d'Aquitaine* sur la note de coloration des muqueuses.

Quant au classement des races maternelles, il apparaît (tabl. 4) que les veaux de races à viande purs auraient un hématocrite plus élevé que les croisés sans qu'il

Race paternelle	Variables	Source					
		Effets principaux			Interaction globale		
		DL	CM	test F	DL	CM	test F
<i>Blonde d'Aquitaine</i>	Hématocrite à la naissance ...	14	4 091,71	0,72 NS	50	6 711,12	1,18 NS
	Hématocrite au 2 ^e prélèvement .	14	23 144,15	3,50**	50	8 591,04	1,30 NS
	Poids à la naissance	15	216,87	5,72**	61	31,39	0,83 NS
	Poids à la vente	15	1 615,19	3,02**	61	535,28	1,00 NS
	Age à la vente	15	817,04	2,80*	61	237,78	0,81 NS
	Gain moyen quotidien	15	192 519,12	4,05**	61	47 173,99	0,99 NS
	Note de coloration	14	9,13	2,58**	50	5,46	1,54*
	Pointage	14	83,67	1,52 NS	50	53,26	0,97 NS
	Prix au kilo vif	15	55 313,24	7,22**	61	6 480,33	0,85 NS
<i>Limousine</i>	Hématocrite à la naissance ...	25	10 743,17	2,07**	160	4 855,13	0,93 NS
	Hématocrite au 2 ^e prélèvement .	25	21 988,52	3,90**	160	6 626,79	1,18 NS
	Poids à la naissance	25	160,16	4,25**	159	41,09	1,09 NS
	Poids à la vente	25	988,92	2,29**	159	538,27	1,23*
	Age à la vente	25	1 110,64	3,99**	159	287,24	1,03 NS
	Gain moyen quotidien	25	134 229,58	3,60**	159	41 165,16	1,10 NS
	Note de coloration	25	7,09	2,02**	160	3,23	0,92 NS
	Pointage	25	169,51	4,91**	160	34,11	0,99 NS
	Prix au kilo vif	25	21 239,56	5,06**	159	5 439,69	1,30*

DL : degré de liberté ; CM : carré moyen ; * : $P < 0,05$; ** : $P < 0,01$.

soit possible de faire une distinction nette entre les croisements avec une autre race à viande (*Charolais*) et ceux avec les races laitières (*Pie noir*, *Normande*), les croisés *Normands* se révélant toujours les plus anémiés à deux mois et demi.

3. — Analyse des coefficients de corrélation résiduelle entre hématocrites et certaines caractéristiques de croissance et de valeur bouchère

Le coefficient de corrélation résiduelle entre deux caractères, calculé ici intra-sexes, intra-races de mère et intra-taureaux fait intervenir une variation de caractères et une covariation entre caractères dues à des effets génétiques additifs (transmis par la mère), non additifs (liés aux combinaisons parentales) et à des effets de milieu, permanents ou temporaires, propres à la mère et à l'étable où elle se trouve.

De façon générale, les coefficients de corrélation entre hématocrites d'une part, et les autres variables de croissance et de valeur bouchère d'autre part, s'avèrent être faibles, bien que significatifs du fait de l'importance des effectifs contrôlés (tabl. 5). Il importe donc de ne pas surestimer l'incidence moyenne de la coloration sur la rentabilité de la production de veau de boucherie.

U 3

variation contrôlées

riation

Résiduelle		Sexe			Race de mère s			Père des veaux		
DL	CM	DL	CM	test F	DL	CM	test F	DL	CM	test F
238	5 690,21	1	14 322,86	2,44 NS	2	4 583,99	0,78 NS	11	2 665,59	0,45 NS
238	6 613,57	1	86 615,71	12,45**	2	23 319,31	3,35 *	11	17 831,70	2,56**
353	37,93	1	975,64	26,39**	3	41,97	1,14 NS	11	182,50	4,94**
353	535,18	1	5 983,22	11,18**	3	2 244,84	4,19**	11	926,59	1,73 NS
353	292,10	1	4 443,60	15,64**	3	671,68	2,36*	11	532,42	1,87*
353	47 588,67	1	424 001,67	8,92**	3	70 723,99	1,49 NS	11	143 783,32	3,03**
238	3,54	1	63,79	18,00**	2	14,06	3,97*	11	2,86	0,80 NS
238	55,06	1	5,36	0,10 NS	2	294,16	5,37**	11	49,01	0,90 NS
353	7 661,76	1	44 674,73	5,97*	3	173 047,73	23,11**	11	19 035,97	2,54**
561	5 195,01	1	27 350,78	5,34*	5	5 308,36	1,04 NS	19	11 077,68	2,16**
561	5 637,96	1	207 209,25	35,38**	5	26 771,88	4,57**	19	10 626,44	1,81*
579	37,72	1	1 604,91	41,74**	5	271,45	7,06**	19	63,97	1,66*
579	436,58	1	4 755,35	10,38**	5	1 888,94	4,12**	19	570,96	1,25 NS
579	278,59	1	5 129,70	18,29**	5	3 445,45	12,29**	19	276,30	0,99 NS
579	37 262,52	1	25 220,35	66,19**	5	211 364,69	5,55**	19	65 597,40	1,72*
561	3,50	1	87,10	25,30**	5	4,67	1,36 NS	19	0,96	0,27 NS
561	34,53	1	422,24	12,26**	5	392,51	11,40**	19	133,11	3,28**
579	4 198,62	1	24 388,52	5,81*	5	78 156,20	18,61**	19	5 328,83	1,27 NS

NS : Non significatif.

a) Liaisons entre les valeurs d'hématocrite.

On constate une liaison hautement significative entre les deux mesures de l'hématocrite chez le veau, à la naissance et au dernier contrôle ($r = 0,33$ et $0,31$ respectivement sur les croisés *Blonds d'Aquitaine* et *Limousins*). Ces valeurs sont inférieures à celles trouvées par CHARPENTIER (1966) ($r = 0,7$ entre hématocrites à la naissance et avant abattage, à âge d'abattage constant, sur 31 veaux *FFPN*) et REYBAUD ($r = 0,49$ sur des veaux *Normands* et *Pie noirs*) mais supérieures à celle donnée par MONJARET (1971) ($r = 0,11$, valeur non significative, obtenue à partir de 49 veaux *Limousins*, *Normands*, *Pie noirs* et croisés).

Ces différences s'expliquent vraisemblablement par les changements, d'une étude à une autre, dans le contrôle des facteurs du milieu ; très poussé dans les centres de recherches (CHARPENTIER) et inexistant dans des études en ferme comme la nôtre où, de plus, un seul veau est contrôlé par exploitation.

Pour une race donnée, la valeur de l'hématocrite maternel ne semble pas, par contre, avoir d'influence sur celle de son veau à la naissance, contrairement à ce qu'indiquaient CHARPENTIER et BONHOMME (1968 a) qui trouvaient une liaison positive très nette ($r = 0,52$) entre les hématocrites de la mère et de son veau.

TABLEAU 4

Comparaison des races maternelles dans chacune des séries analysées pour diverses caractéristiques de valeur bouchère

	Race paternelle																
	Blonde d'Aquitaine						Limousine										
	Effectif et moyenne par race maternelle						Effectif et moyenne par race maternelle										
	Test F	Normande	Pie noire	Blonde d'Aquitaine	Test F	Charolaise	Limousine	Normande	Pie noire	Divers							
	n	\bar{x}	n	\bar{x}	n	\bar{x}	n	\bar{x}	n	\bar{x}							
Hématocrite des mères (%)	73	37,3	115	37,6	266	39,9	**	26	40,4	61	42,5	175	38,8	109	38,2	54	39,4
Hématocrite au 1 ^{er} prélèvement (naissance) (%)	73	37,6	118	36,7	273	35,6	NS	57	37,7	152	37,8	353	36,7	201	38,1	111	38,2
Hématocrite au 2 ^e prélèvement (%)	68	30,7	84	31,5	227	32,7	**	50	37,7	147	38,9	345	35,7	186	37,9	117	37,9
Note de coloration des muqueuses (pt)	(1)*						NS	53	4,2	159	4,6	364	4,6	209	4,5	121	4,1
Pointage (pt)	(1) NS						**	53	39,1	159	40,6	364	36,5	209	35,5	121	37,3
Prix au kilo vif (cent.)	**	89	569	548	210	6,29	(1)*										

(1) Existence d'une interaction globale entre facteurs sexe, race de mère, père.

* Significatif au seuil 5 p. 100.

** Significatif au seuil 1 p. 100.

NS : Non significatif.

b) *Liaisons entre hématocrites et critères de croissance.*

De l'analyse du tableau 5, nous pouvons dégager les relations suivantes :

— Il existe une liaison positive et significative ($r = 0,20^*$) entre le poids à la naissance des veaux et leur hématocrite à la naissance chez les croisés *Blonds d'Aquitaine*.

— A un âge donné, qu'il s'agisse d'un âge de référence (75 jours) ou de l'âge de vente rendu constant par le calcul d'un coefficient de corrélation partielle, ce sont les veaux les plus lourds et qui croissent le plus vite qui ont les valeurs d'hématocrite final et initial les plus élevées. Les coefficients de corrélation entre l'hématocrite au 2^e prélèvement d'une part, le poids à 75 jours, le poids à la vente et la vitesse de croissance à âge de vente constant d'autre part, sont respectivement de $+ 0,25^{**}$, $+ 0,23^{**}$ et $+ 0,27^{**}$ en *Blond d'Aquitaine* et $+ 0,33^{**}$, $+ 0,18^{**}$ et $+ 0,18^{**}$ en *Limousin*. Si l'on considère l'hématocrite à la naissance et les mêmes variables, nous relevons les valeurs de $+ 0,25^{**}$, $+ 0,19^*$ et $+ 0,12$ en *Blond d'Aquitaine*, $+ 0,18^*$, $+ 0,13^{**}$ et $+ 0,13^{**}$ en *Limousin*, respectivement avec le poids à 75 jours, le poids à la vente et la vitesse de croissance. La liaison est plus intense avec la mesure finale qu'avec celle faite à la naissance. De plus, il subsiste une liaison positive et significative entre le poids à 75 jours et l'hématocrite au 2^e contrôle, quand on maintient constant l'hématocrite à la naissance ($r = + 0,19^*$ et $+ 0,29^{**}$) chez les croisés *Blonds* et *Limousins*.

— Quant à la liaison avec les caractéristiques de croissance au moment de la vente, il ressort que ce sont les veaux les plus anémiés à la naissance et au dernier contrôle (vers trois mois) qui croissent le moins vite et sont vendus les plus légers ; nous relevons des coefficients de corrélation, entre l'hématocrite à la naissance d'une part, la vitesse de croissance et le poids de vente d'autre part, de $+ 0,15$ et $+ 0,15$ chez les croisés *Blonds d'Aquitaine*, de $+ 0,14^{**}$ et $+ 0,12^*$ chez les *Limousins*. En envisageant l'hématocrite avant abattage, les valeurs sont plus élevées et sont de $+ 0,30^{**}$ et $+ 0,16$ chez les croisés *Blonds d'Aquitaine*, $+ 0,17^{**}$ et $+ 0,17^{**}$ chez les *Limousins*, respectivement avec la vitesse de croissance et le poids à la vente. Ce phénomène reste vrai si l'on considère la liaison entre la vitesse de croissance post-natale et l'hématocrite au 2^e contrôle, à hématocrite à la naissance constant ($r = + 0,27^{**}$ et $+ 0,13^{**}$ chez les croisés *Blonds d'Aquitaine* et *Limousins*). Ces résultats confirment les observations de CHARPENTIER et BONHOMME (1968 a) relatives à une expérimentation sur les races et croisements utilisés pour la production de veau de boucherie dans le Sud-Ouest et les conclusions de CASTEELS et ECKOUT (1972) relevant l'incidence défavorable de l'anémie sur les performances de croissance et d'engraissement de 40 mâles de la race *Flandre orientale*.

c) *Liaisons entre hématocrites et certains critères de valeur bouchère.*

Il existe des liaisons très nettes, dans les deux séries analysées, entre la note de coloration des muqueuses et les hématocrites ($r = - 0,37^{**}$ et $- 0,53^{**}$ à la naissance et au dernier contrôle chez les croisés *Blonds d'Aquitaine* ; $- 0,31^{**}$ et $- 0,52^{**}$ chez les croisés *Limousins*). Ces valeurs sont conformes à celles annoncées par REYBAUD ($- 0,37$ et $- 0,67$ entre la note de couleur sur carcasse et les hématocrites en début et en fin d'engraissement) et MONJARET (1971) ($- 0,33$ et $- 0,50$ entre l'hématocrite en fin d'engraissement avant transport et les notes de couleur sur pied et sur carcasse respectivement).

Coefficients de corrélation résiduelle entre hématokrites, caractères de croissance

	<i>Limousin</i>	Hématocrite des mères	Hématocrite des veaux à la naissance	Hématocrite des veaux au 2 ^e prélèvement	Poids à la naissance	Poids à la vente
<i>Blond d'Aquitaine</i>						
Hématocrite des mères			0,015	0,111	0,102	0,078
Hématocrite des veaux à la naissance		0,100		0,307**	0,064	0,120* (0,126)**
Hématocrite des veaux au 2 ^e prélèvement		— 0,002	0,326**		— 0,058	0,171** (0,178)**
Poids à la naissance		0,128	0,196*	— 0,012		0,156*** (0,233)**
Poids à la vente		0,001	0,145* (0,190)*	0,156* (0,235)**	0,321** (0,391)**	
Gain moyen quotidien		— 0,004	0,146* (0,125)	0,301** (0,266)**	0,153* (0,122)	0,658** (0,934)**
Poids à 75 jours		0,018	0,243**	0,253**	0,406**	0,703**
Note de coloration des muqueuses		0,090	— 0,375**	— 0,530**	— 0,088	— 0,094 (— 0,200)*
Note d'état d'engraissement		— 0,235**	0,100	0,109	— 0,020	0,219** (0,281)**
Somme des notes de pointage		0,076	— 0,187*	— 0,196*	0,106	0,208* (0,207)*
Prix de vente au kilo vif		0,121 [0,123]	— 0,136 [— 0,172]*	— 0,215 [— 0,256]**	0,109 [0,046]	0,206* (0,178)*
Prix de vente total		(0,095)	(0,039)	(— 0,041)	(0,276)**	(0,704)**

Remarques : Les coefficients de corrélation entre la variable « hématokrite de la mère » d'une part et les différentes autres variables (exceptés le poids à 75 jours et le prix de vente total) ont été estimés avec 136 et 149 degrés de liberté en *Blond d'Aquitaine* et *Limousin* respectivement ;

Ceux entre le poids à 75 jours d'une part, le prix de vente total d'autre part, et les différentes autres variables avec 106 et 128 degrés de liberté.

Tous les autres coefficients de corrélation ont été estimés à partir d'une même analyse (présence simultanée de toutes les variables relatives à un même individu) avec 141 et 439 degrés de liberté.

AU 5

de valeur bouchère de veaux croisés Blonds d'Aquitaine et Limousins

Gain moyen quotidien	Poids à 75 jours	Note de coloration des muqueuses	Note d'état d'engraissement	Somme des notes de pointage	Prix de vente au kilo vif	Prix de vente total
0,014	0,103	0,026	0,153	0,265**	0,101* [0,085]*	(0,162)**
0,136** (0,132)	0,182*	— 0,310**	0,085	— 0,064	— 0,095* [— 0,133]**	(0,185)**
0,168** (0,176)**	0,326**	— 0,516**	0,113	— 0,124**	— 0,181** [— 0,239]**	(0,119)*
— 0,030 (— 0,100)*	0,373**	— 0,010	0,041	0,106	0,035 — 0,007	(0,118)*
0,560** (0,920)**	— 0,616**	— 0,200** (— 0,253)**	0,259** (0,311)**	0,237** (0,306)**	0,268** (0,243)**	(0,809)**
	0,923**	— 0,254** (— 0,249)**	0,283** (0,290)**	0,295** (0,284)**	0,139** (0,216)** [— 0,019]	(0,767)**
0,963**		— 0,349**	0,275**	0,257**	0,092*	(0,774)**
— 0,281** (— 0,217)**	— 0,312**		— 0,069	0,252**	0,171** (0,164)** [0,238]**	(— 0,099)*
0,284** (0,285)**	0,237**	— 0,148		0,550**	0,145** [0,080]*	(0,143)**
0,133 (0,106)	0,117	0,401**	0,280**		0,351** [0,307]**	(0,384)**
0,087 (0,143)* [— 0,066]	0,092	0,315** (0,299)** [0,344]**	0,133 [0,092]	0,729** [0,717]**		(0,722)**
(0,639)**	(0,671)**	(0,088)	(0,270)**	(0,629)**		

Sont figurés entre parenthèses () les coefficients de corrélation partielle à âge de vente constant et entre crochets [] ceux à poids à la vente constant.

* : Significatif au seuil 10 p. 100.

* : Significatif au seuil 5 p. 100.

** : Significatif au seuil 1 p. 100.

TABLEAU 6
Liasons entre hématocrites et différents postes du pointage de valeur croisés Blancs d'Aquitaine et Limousins

	Musculation de l'épaule	Musculation des rein, dos, cou	Musculation de la cuisse	Rétraction du ventre	Finesse de l'os	Couleur des muqueuses	État d'en- graissement	Pointage total	Somme des 5 premières notes
<i>Limousin</i> <i>Blond</i> <i>d'Aquitaine</i>	0,057	0,124	0,047	0,011	— 0,139	— 0,197**	0,231**	0,043	0,002
Hématocrite à la naissance	0,011	— 0,007	— 0,012	— 0,169*	— 0,307**	— 0,417	0,174*	— 0,172*	— 0,132*
Hématocrite au 2 ^e prélèvement	— 0,099	— 0,092	— 0,129	— 0,050	— 0,272**	— 0,569**	0,169*	— 0,092	0,000
				0,004	— 0,259**	— 0,583**	0,079	— 0,275**	— 0,098

★ Significatif au seuil 10 p. 100 ; * Significatif au seuil 5 p. 100 ; ** Significatif au seuil 1 p. 100.

Degrés de liberté	<i>Blond d'Aquitaine</i>	<i>Limousin</i>
— 8 premières variables.....	106	128
— dernière variable	141	439

Corrélativement, intra-races de père, les variations d'hématocrites au deuxième prélèvement reflètent bien celles du prix unitaire en vif ($-0,21^{**}$ et $-0,18^{**}$ globalement, $-0,26^{**}$ et $-0,24^{**}$ à poids à la vente constant, respectivement pour les croisés *Blonds d'Aquitaine* et *Limousins*), la liaison ne demeurant significative avec l'hématocrite à la naissance que si l'on raisonne à poids à la vente constant.

Globalement la note de pointage total croît avec l'état d'anémie initiale ($r = -0,19^{**}$ et $-0,06$ entre le pointage et l'hématocrite à la naissance en *Blond* et *Limousin*) et au dernier contrôle ($r = -0,20^{**}$ et $-0,12^{**}$).

Si nous analysons les liaisons des mesures d'hématocrite avec différents autres postes du pointage de valeur bouchère (tabl. 6), nous observons des corrélations nettes chez les descendants des deux races paternelles concernant :

- la note de finesse de l'os : plus l'os est jugé fin, plus l'hématocrite est faible,
- la note d'état d'engraissement : à adiposité croissante correspondent des hématocrites initial et final croissants.

Enfin, il semble que l'on puisse différencier les deux races paternelles à propos des liaisons avec « la musculature ». Alors qu'il y a quasi-indépendance chez les croisés *Limousins*, nous remarquons chez les *Blonds d'Aquitaine* que l'accroissement du développement musculaire (apprécié par la somme des cinq premières notes de pointage) va de pair avec une diminution de l'hématocrite, ceci principalement du fait des corrélations négatives avec la note de finesse de l'os et, à un moindre degré, avec celles de rétraction du ventre et de musculature de la cuisse. Ces résultats traduisent en partie l'incidence sur la pigmentation de l'hypertrophie musculaire d'origine génétique présente à des degrés plus ou moins prononcés chez les descendants des taureaux *Blonds d'Aquitaine*.

4. — Variabilité génétique

a) Héritabilités.

Le tableau 3 indique les résultats du test de signification des effets « père ». Nous notons l'existence de différences significatives entre pères pour l'hématocrite au deuxième prélèvement chez les croisés *Blonds d'Aquitaine* (seuil 1 p. 100) et *Limousins* (seuil 5 p. 100) alors que des différences paternelles ne se manifestent que dans cette dernière série pour l'hématocrite à la naissance.

L'absence de « signification » doit être d'ailleurs interprétée avec prudence, eu égard à la faible puissance du test appliqué en raison du nombre très réduit de mâles analysés et du fait de l'importance de la variabilité résiduelle des facteurs non contrôlés.

Il n'y a donc pas lieu de s'étonner outre mesure que les valeurs figurant au tableau 7 du coefficient d'héritabilité — estimé par la corrélation entre demi-frères ou sœurs paternels — soient relativement faibles : 0,237 en *Blond d'Aquitaine* et 0,086 en *Limousin* pour l'hématocrite au deuxième prélèvement ; 0,122 en *Limousin* pour la mesure faite à la naissance.

La comparaison entre les valeurs du coefficient de corrélation entre demi-frères ou sœurs paternels et du coefficient de corrélation entre demi-frères ou sœurs maternels (calculé intra-races maternelles sur un effectif de 149 couples) pour l'hématocrite à la naissance des croisés *Blonds d'Aquitaine* (variabilité nulle entre descendance paternelles d'une part, corrélation de $+0,22$ entre demi-frères ou sœurs maternels

d'autre part), doit inciter à mettre l'accent sur l'importance des effets qualifiés de maternels, au sens large du terme. En effet, si la covariance entre demi-frères ou sœurs paternels représente un quart de la variance des effets génétiques additifs directs, celle entre demi-frères ou sœurs maternels comporte, en outre, des composantes génétiques liées à l'effet maternel (variance des effets génétiques maternels additifs ($\sigma_{A_m}^2$) et de dominance ($\sigma_{D_m}^2$), covariance entre effets génétiques direct et maternel ($\sigma_{A_oA_m}$) et une composante environnementale (σ_C^2) due aux effets de milieu commun aux demi-frères ou sœurs d'une même mère (WILLHAM, 1963). Ainsi, manifestement, les estimées du coefficient d'héritabilité obtenues à partir de cette dernière corrélation intra-classe seraient dénuées de sens tant elles seraient surestimées. Il vient, en effet, avec les notations classiquement usitées :

$$\text{Cov (demi-frères ou sœurs maternels)} = \frac{1}{4} \sigma_{A_o}^2 + \sigma_{A_m}^2 + \sigma_{D_m}^2 + \sigma_{A_oA_m} + \sigma_C^2$$

et le terme $\sigma_{A_m}^2 + \sigma_{D_m}^2 + \sigma_{A_oA_m} + \sigma_C^2$ est généralement positif, ce que nous constatons d'ailleurs ici.

TABLEAU 7

Coefficients d'héritabilité des hémocrites

	<i>Blonde d'Aquitaine</i>			<i>Limousine</i>		
	Résultat du test F	\widehat{h}^2	Bornes de l'intervalle de confiance à 90 p. 100	Résultat du test F	\widehat{h}^2	Bornes de l'intervalle de confiance à 90 p. 100
Hématocrite à la naissance	0,45	— 0,090	— 0,125 0,017	2,16**	0,122	0,038 0,307
Hématocrite au deuxième prélèvement	2,56**	0,237	0,066 0,697	1,81*	0,086	0,014 0,245

* Significatif au seuil 5 p. 100.

** Significatif au seuil 1 p. 100.

Quant aux facteurs maternels environnementaux, ils sont imputables, dans le cas présent, non seulement à la mère en tant que telle par ses influences sur le veau durant les phases utérine et postpartum, mais aussi à des facteurs, propres à l'étable où se trouvent cette mère et ses veaux et pouvant intervenir dans le déterminisme de l'anémie (CHARPENTIER et BONHOMME, 1968 b). Il n'est pas possible avec le dispositif expérimental utilisé, de distinguer ces différentes composantes causales. On ne peut que constater leur ampleur globale en se souvenant toutefois que l'influence des facteurs maternels sur l'hématocrite des veaux n'a pu être perçue au niveau de la variabilité de l'hématocrite des mères, du moins d'après les résultats partiels de notre étude.

b) *Liaisons paternelles entre hématocrites et certains autres caractères.*

Pour les raisons d'ordre statistique indiquées précédemment, il n'a pas été effectué de décomposition de la covariance entre caractères en composantes paternelle et résiduelle en vue du calcul du coefficient de corrélation génétique.

Nous nous sommes bornés à calculer les liaisons existant entre les classements des taureaux sur les hématocrites de leurs descendants d'une part, et sur d'autres caractères d'autre part, dans la mesure où des différences significatives entre descendance paternelles avaient pu être mises en évidence.

Aucune tendance n'apparaît nettement au tableau 8, si ce n'est la liaison positive entre les deux mesures de l'hématocrite chez les taureaux *Limousins* et à un moindre degré, une répercussion favorable sur la blancheur d'une amélioration globale du pointage. En *Blond d'Aquitaine*, la diminution de l'hématocrite au deuxième prélèvement s'accompagne d'une augmentation du poids à la naissance et d'une diminution de la finesse du squelette contrairement à ce qu'indiquaient les corrélations résiduelles intra-taureaux relatives à ces deux caractères.

TABLEAU 8

Liaisons entre les classements des taureaux sur les hématocrites et sur d'autres caractères

		Poids à la naissance	Gain moyen quotidien	Age à la vente	Note de finesse du squelette	Note d'état d'engrais- sement	Somme des notes de pointage	Prix de vente au kilo vif	Héma- tocrite au 2 ^e prélè- vement
Hématocrite à la naissance	LI	— 0,21	0,11			— 0,19	— 0,31		0,70**
Hématocrite au 2 ^e prélèvement	LI	— 0,10	— 0,11			— 0,06	— 0,07		
	BA	— 0,57*	— 0,10	0,27	0,72**			— 0,23	

* Significatif au seuil 10 p. 100.

** Signification au seuil 1 p. 100.

CONCLUSION

Il convient de mettre l'accent sur le caractère limité des résultats présentés dans cette étude. Ils doivent donc être interprétés avec prudence, notamment dans le domaine de la variabilité génétique, en raison de l'insuffisance du nombre de descendance paternelles et maternelles contrôlées.

Les résultats confirment ceux d'études antérieures pour ce qui est du sens et de l'amplitude des liaisons entre hématocrites à la naissance et vers trois mois, entre

hématocrites et différents critères d'appréciation de la valeur bouchère (note de coloration subjective sur l'animal vivant, pointage de conformation bouchère, prix unitaire à la vente).

Quant à l'incidence de l'anémie sur la croissance, si les corrélations résiduelles vont dans le sens des opinions défavorables formulées dans la littérature, ces liaisons n'ont pu être confirmées entre effets proprement paternels et ne sont pas telles en valeur absolue qu'on puisse définitivement conclure à un antagonisme, tout au moins jusqu'à un certain seuil d'anémie.

De plus, il s'avère que l'hématocrite des veaux, que ce soit à la naissance ou vers trois mois, est un caractère assez peu héritable (10 à 25 p. 100 environ), du moins dans les conditions d'élevage en ferme, mais cela demanderait confirmation sur un plus grand effectif. Il semble, d'autre part, que ce caractère soit fortement soumis à des influences « maternelles » au sens large du terme et serait donc relativement difficile à sélectionner d'autant qu'un choix des mâles sur ce critère ne s'effectuerait vraisemblablement en pratique qu'après le tri sur les index de conformation et de croissance qui demeurent les objectifs prioritaires de la sélection.

En outre, on peut s'interroger sur l'opportunité de sélectionner des taureaux pour la blancheur de la viande de veau dans les perspectives actuelles : d'une part, la régression de la production traditionnelle du veau de boucherie devrait se poursuivre au profit du jeune bovin pour lequel on requiert au contraire une viande rouge ; d'autre part, l'alourdissement du poids des carcasses de veaux commercialisées implique des réserves ou des apports en fer suffisants pour ne pas être un facteur limitant de la croissance.

Reçu pour publication en janvier 1974.

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier tout particulièrement M. B. VISSAC (I. N. R. A., Jouy) pour l'aide précieuse qu'il leur a accordée dans la conduite de cette étude et la discussion des résultats ainsi que MM. R. BOCCARD (I. N. R. A., Theix) et F. MÉNISSIER (I. N. R. A., Jouy) pour la lecture critique du manuscrit.

SUMMARY

SOME FACTORS INFLUENCING HAEMATOCRIT VARIATIONS IN BEEF CATTLE.

III. — PHENOTYPIC AND GENETIC VARIATION IN COMMERCIAL CROSSBREDS

The effect of genetic factors on the muscle colour in the suckling-calf (estimated by haematocrit values at birth and 3 months) and the relations between these two variables and various growth and meat value characteristics were studied on field progeny test data. The study included 12 *Blonde d'Aquitaine* and 20 *Limousin* sires with 616 and 979 pure and crossbred progenies respectively.

Low but significant residual correlations (within sex, sire and maternal breed) were found between the two haematocrit measurements, and between haematocrits and different criteria of meat value: subjective colour grade on live animal, conformation score and sale price per kg live-weight.

The unfavourable effect of anaemia on growth rate was demonstrated through the residual correlation values, but not in paternal effect.

Calf haematocrit, whether at birth or at 3 months, appears to be a trait of rather low herita-

bility. Estimates of heritability, obtained from within sex correlations between paternal half-sibs, were found to be — 0,09 and 0,12 at birth, 0,24 and 0,09 at 3 months in *Blonde d'Aquitaine* and *Limousin* progenies respectively.

Moreover, comparing the correlation coefficients between paternal half-sibs ($r = - 0,02$) and between maternal half-sibs ($r = + 0,22$) for haematocrit at birth in *Blonde d'Aquitaine* crosses shows that muscle colour is strongly influenced by maternal and permanent environmental factors.

The opportunity of selecting on meat colour is also discussed taking into account the decline of the traditional veal production in favour of baby beef and the tendency to increase the weight of commercialized calf carcasses.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- CASTEELS M., ECKOUT W., 1972. Influence de la formule sanguine initiale sur les résultats d'engrassissement et sur la couleur de la viande de veaux de boucherie. *Rev. Agr.*, **8**, 1057-1072.
- CHARPENTIER J., 1966. Pigmentation musculaire du veau de boucherie. Facteurs de variation. *Ann. Zootech.*, **13**, 165-171.
- CHARPENTIER J., BONHOMME D., 1968 a. Facteurs de variation de l'hématocrite des bovins. I. Hématocrite des veaux à 8 jours. *Ann. Zootech.*, **17**, 321-326.
- CHARPENTIER J., BONHOMME D., 1968 b. Facteurs de variation de l'hématocrite des bovins. II. Hématocrite des femelles adultes. *Ann. Zootech.*, **17**, 327-335.
- CUNNINGHAM E. P., 1969 a. A note on the estimation of variance components by the method of fitting constants. *Biometrika*, **56**, 683-684.
- CUNNINGHAM E. P., 1969 b. Animal Breeding Theory, 262, Landbruksbokhandelen/Universtetsforlaget Vollebekk/Oslo.
- ECKOUT W., CASTEELS M., BUYSSE F., 1969. L'anémie et la couleur de la viande chez les veaux à l'engrais de la race Pie rouge de la Flandre Orientale. *Ann. Zootech.*, **18**, 249-262.
- GRAYBILL F. A., 1961. Introduction to linear statistical model, 378, McGraw Hill, New York.
- KEMPTHORNE O., 1957. An introduction to genetic statistics, 243-247, John Wiley and Sons, New York.
- LACLAVERE J. L., 1972. Étude de quelques facteurs de la qualité du veau de boucherie. Mémoire de fin d'études, E. N. I. T. A., Bordeaux.
- MONJARET A., 1971. Quelques aspects de la production du veau de boucherie et de la coloration de la viande de veau. Mémoire de fin d'études, E. N. I. T. A., Bordeaux, 33 p.
- POUJARDIEU B., VISSAC B., 1968. Étude biométrique de la valeur bouchère des veaux croisés *Charolais* et *Limousins* I. Paramètres génétiques et phénotypiques. *Ann. Zootech.*, **17**, 143-158.
- REYBAUD M. Couleur des veaux de boucherie. Centre de gestion et établissement de l'élevage de la Mayenne, 38 p.
- VISSAC B., POLY J., CHARLET P., 1959. Les épreuves de descendance des taureaux d'insémination sur la valeur de leurs veaux de boucherie. *Bull. tech., Inf. Ing. Serv. agric.*, **145**, 759-787.
- VISSAC B., BONHOMME D., FREBLING J., 1971. L'utilisation des races à viande en croisement de première génération pour la production de veaux de boucherie. *Bull. tech. Dép. Génét. anim.*, n° 12.
- WILLHAM R. L., 1963. The covariance between relatives for characters composed of components contributed by related individuals. *Biometrics*, **19**, 18-27.